



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ**  
**ENERGETICKÝ ÚSTAV**

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
ENERGY INSTITUTE

## **MOŽNOSTI VYTÁPĚNÍ RODINNÉHO DOMU**

POSSIBILITIES OF HEATING OF FAMILY HOUSE

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**  
BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**  
AUTHOR

**JAN ŘEZNÍČEK**

**VEDOUCÍ PRÁCE**  
SUPERVISOR

**ING. MARTIN LISÝ PH.D.**

BRNO 2011



Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Energetický ústav

Akademický rok: 2010/2011

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

student(ka): Jan Řezníček

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojní inženýrství (2301R016)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

### **Možnosti vytápění rodinného domu**

v anglickém jazyce:

### **Possibilities of Heating of Family House**

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Provést rešerži a základní porovnání různých způsobů vytápění rodinných domů

Cíle bakalářské práce:

Provedení rešerže základních způsobů vytápění RD se zaměřením na nové moderní trendy

Základní technicko ekonomické porovnání jednotlivých způsobů vytápění

Seznam odborné literatury:

Cihelka: Větrání a vytápění

Ochrana: Teplárenství

Jandačka, Malcho: Biomasa ako zdroj energie

Sborníky odborných konferencí

Internetové zdroje

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Martin Lisý, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2010/2011.

V Brně, dne 26.10.2010

L.S.

---

doc. Ing. Zdeněk Skála, CSc.  
Ředitel ústavu

---

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.  
Děkan fakulty

## Abstrakt

S rostoucím zájmem o úsporu nákladů a životního prostředí se snažíme využívat nových trendů v zateplování budov a jejich vytápění. Cílem mé bakalářské práce je seznámit se s problematikou a možnostmi vytápění těchto objektů s využitím nových technologií a způsobů. Přiblížit konstrukci jednotlivých kotlů, jejich vlastnosti a využití v závislosti na použitém druhu paliva. Zhodnotit ekonomickou náročnost zvolených možností vytápění na konkrétním objektu.

## Abstract

With the growing interest in cost saving and environmental protection we are trying to take advantage of new trends in building insulation and heating. The aim of this bachelor thesis is to present the issues and options for heating these buildings using new technologies and methods, to describe the design of individual boilers, their properties and uses depending on the type of fuel, and to assess the economic performance of selected heating options for a particular building.

## Klíčová slova

vytápění, kotel, biomasa, plyn, fosilní paliva

## Key words

heating, boiler, biomass, gas, fossil fuels



## **Bibliografická citace**

ŘEZNÍČEK, J. *Možnosti vytápění rodinného domu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2011. 46 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Martin Lisý, Ph.D..

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Možnosti vytápění rodinného domu“, vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který tvoří přílohu této práce.

Jméno a Příjmení:  
Jan Řezníček

Datum:

Podpis:



## **Poděkování**

Na tomto místě bych rád poděkoval všem, kteří mi byli při vypracování bakalářské práce nápomocni. Obzvlášť bych chtěl poděkovat Ing. Martinu Lisému, Ph.D. za odborné vedení této práce.

# Obsah

1	Úvod	13
2	Vytápění tuhými palivy	13
2.1	Uhelná paliva	13
2.1.1	Černé a hnědé uhlí	14
2.1.2	Uhelný koks	14
2.1.3	Srovnání uhelných paliv	15
2.2	Biomasa	15
2.2.1	Kusové dřevo	16
2.2.2	Pelety	16
2.2.3	Brikety	17
2.3	Kotle na tuhá paliva	17
2.3.1	Teplovodní kotle na dřevo	17
2.3.2	Teplovodní kotle na uhlí nebo koks	18
2.3.3	Zplynovací kotle	19
2.3.4	Kotle na pelety	20
2.3.5	Srovnání kotlů na tuhá paliva	22
2.3.6	Vytápění krbem	22
3	Vytápění kapalnými palivy	23
3.1	Těžké topné oleje	23
3.2	Lehké topné oleje	24
3.3	Extra lehké topné oleje	24
3.4	Kotle na topné oleje	25
4	Vytápění plynnými palivy	26
4.1	Zemní plyn	26
4.2	Bioplyn	27
4.3	Zkapalněné plyny	27
4.4	Svítiplyn	27
4.5	Plynové kotle	28
4.5.1	Kondenzační plynové kotle	29
4.6	Lokální plynová topidla	30
5	Vytápění elektrinou	32
6	Vytápění tepelným čerpadlem	32
6.1	TČ země-voda	33
6.2	TČ voda-voda	33
6.3	TČ vzduch voda	33
7	Vytápění solární energií	33
8	Návrh vytápění pro modelový dům	34
8.1	Popis modelového domu	34
8.2	Výpočet tepelných ztrát objektu	35
8.3	Výpočet množství tepla dodaného za rok	36
8.4	Zvolené zdroje pro vytápění modelového domu	36
8.5	Náklady na vytápění	37
8.5.1	Stávající kotel na tuhá paliva	37
8.5.2	Kotel na tuhá paliva o nižším výkonu	38
8.5.3	Kondenzační kotel na zemní plyn	38

8.5.4	Kotel na pelety .....	39
9.	Závěr .....	40
10	Použitá literatura .....	41
11.	Seznam použitých zkratk a symbolů .....	44
12.	Seznam obrázků .....	45
13.	Seznam tabulek .....	46



# 1 Úvod

Teplo je jednou ze základních lidských potřeb. Roky můžeme postrádat civilizaci, týdný potravu, bez vody se obejdeme několik dnů, bez vzduchu jen několik málo minut. Na teplo a jeho změny ovšem reagujeme téměř okamžitě. Nejdůležitější teplotou je teplota našeho organismu, ta je však velmi pevně vázána s teplotou okolí. Okolí, jako takové, je velmi široký pojem. V této práci se budu především zabývat okolím nejbližším každému z nás a tím je rodinný dům nebo byt.

Obyvatelé bytů mají jen minimální možnost regulace teplot. Regulaci podle potřeby mohou provádět z velké části jen pomocí ventilů na topných článcích, které jsou součástí systémů v bytových nebo panelových domech. Tyto systémy využívají jeden společný zdroj pro více bytových jednotek, většinou má jeden panelový nebo bytový dům společnou kotelnu. Další možností vytápění takto soustředěných bytových jednotek je odběr tepla přímo z tepláren. Tato možnost se hojně využívá především ve velkých městech a nazýváme ji vytápěním dálkovým teplem.

Dálkové vytápění je již méně využíváno u rodinných domů. Otázka vytápění rodinného domu je velmi individuální záležitost. Volbu způsobu vytápění nemůžeme tedy podcenit. Každý případ je proto nutné posuzovat individuálně, s ohledem na vlastnosti objektu, na jeho polohu a lokalitu, ve které se nachází, důležité jsou také požadavky majitelů. Každý způsob vytápění má své přednosti a nedostatky. Výrobu tepla v rodinném domě nelze oddělit od jeho spotřeby, která úzce souvisí s vlastnostmi budovy. Vyšší investiční náklady obvykle znamenají nižší provozní náklady a vyšší pohodlí s nižší spotřebou a naopak.

Tímto se dostáváme k tématu této práce. Práce bude zaměřena na tyto způsoby vytápění:

- Vytápění tuhými palivy.  
Tento způsob patří mezi investičně nejméně náročné. V kotlích můžeme spalovat černé nebo hnědé uhlí, uhelný koks. Velkou část mezi tuhými palivy zaujímá též biomasa.
- Vytápění kapalnými palivy.  
Při vytápění kapalnými palivy získáváme teplo pomocí spalování topných olejů, které dělíme na těžké topné oleje, lehké a extra lehké topné oleje. V rodinných domech lze použít jen lehké, nebo extra lehké oleje.
- Vytápění plynými palivy.  
Mezi plyná paliva řadíme zemní plyn, bioplyn, propan-butan.

## 2 Vytápění tuhými palivy

Z vlastní zkušenosti vím, že tuhými palivy topí nejvyšší procento domácností. Nejčastěji využívanými tuhými palivy jsou hnědé uhlí a kusové dřevo. Důvodem je jeho cenová dostupnost. Mezi méně využívaná paliva patří černé uhlí, nebo uhelný koks. Uhlí, jak černé tak i hnědé, je pro domácnosti cenově méně výhodné než kusové dřevo. Tato paliva byla spíše využívána ve starších zástavbách, ale i dnes se opět hlásí ke slovu. Mezi modernější způsoby bych zařadil vytápění biomasou (dřevo, sláma, pelety). [1]

### 2.1 Uhelná paliva

Mezi tuhá paliva můžeme zařadit:

- černé a hnědé uhlí
- uhelný koks

- biomasu (dřevo, brikety, pelety, sláma)

### 2.1.1 Černé a hnědé uhlí

Uhlí jak černé, tak i hnědé je druh usazené horniny, která vznikala již v prvohorách a druhohorách. Jedná se o hořlavou surovinu, jež se používá především jako palivo pro získávání tepla a energie. Uhlí obecně řadíme mezi neobnovitelné zdroje. Nachází se nerovnoměrně rozložené na celém zemském povrchu v nejsvrchnější zemské kůře. Z důvodu jeho výskytu uhlí získáváme povrchovou těžbou. Tato těžba je velmi nešetrná k životnímu prostředí, proto je také limitována.



Obr.1 Černé uhlí [3]



Obr.2 Hnědé uhlí [4]

Množství uhlí v zemské kůře je dáno lokalitou. S výskytem uhlí v dané lokalitě souvisí jeho cena. V lokalitách s vyšším výskytem je uhlí levnější a naopak v lokalitách, kde je uhlí méně, je dražší. V lokalitách s menším výskytem uhlí je cena srovnatelná se dřevem.

Z hlediska účinnosti, komfortu vytápění a znečištění ovzduší je to ale nejhorší možný zdroj tepla. Významné je zejména velké lokální znečištění vzduchu karcinogenními látkami z nedokonalého spalování hnědého uhlí, největším problémem uhlí je síra a prach. Černé uhlí a koks jsou při spalování čistší a jsou pochopitelně také dražší. Výrazného zlepšení ekologických parametrů spalování a také komfortu obsluhy a regulace přináší v posledních letech automatické kotle na uhlí. [2]

### 2.1.2 Uhelň koks

Koks je pevný uhlíkatý zbytek vyrobený z nízkopopelového, nízkosírného černého uhlí, ze kterého jsou odstraněny prchavé složky v peci s omezeným přístupem kyslíku při teplotách kolem 1000°C. Při výrobě vzniká také kamenouhelný dehet, čpavek, lehké oleje a svítiplyn. Má vynikající výhřevnost 29,6 MJ/kg, vysoký podíl uhlíku a málo nečistot.



Obr.3 Uhelny koks [5]

Díky vysoké výhřevnosti, příznivému obsahu spalin (při hoření vzniká prakticky jen oxid uhličitý) a nízké prašnosti je koks také jediným palivem povoleným i v centrech měst. Koks se také používá jako redukční činidlo při výrobě surového železa. [5]

### 2.1.3 Srovnání uhelných paliv

Palivo	Výhřevnost [MJ/kg]	Cena [Kč/tuna]
Hnědé uhlí	10-16	3035
Černé uhlí	24,3	4920
Uhelny koks	27,5	7950

Tab.1 Srovnání uhelných paliv [6]

Nejlevnější z uhelných paliv je hnědé uhlí. Má však větší obsah síry a popelovin než uhlí černé. To znamená, že spotřeba hnědého uhlí bude vždy větší než u černého uhlí na stejnou jednotku energie. Nejlepší uhlím co se týče výhřevnosti je uhelný koks.

## 2.2 Biomasa

Pod pojmem biomasa si můžeme představit kusové dřevo, dřevní odpad jako je kůra, štěpka, piliny a také suché části rostlin pěstovaných k účelu spalování (topol, osika, vrba). Pro účely vytápění v bytových domech přichází v úvahu prakticky jen kusové dřevo, brikety či pelety lisované z dřevního odpadu. Základní výhodou biomasy je, že jde o obnovitelný zdroj energie s minimálními negativními účinky na životní prostředí (při správném způsobu spalování). Z technického hlediska je výhodný malý obsah popela oproti hnědému uhlí. To umožňuje snazší konstrukci topidel, popřípadě automatizaci spalovacího procesu. Výhřevnost biomasy je závislá na obsahu vody. Většina biomasy v suchém stavu má výhřevnost kolem 18 MJ/kg. Ta je dána způsobem transportu a skladování. Problém s vlhkostí nemusíme řešit u dřevěných briket a pelet, což je dáno jejich výrobou. Dřevní štěpka je u malých zdrojů méně využívaná, protože zařízení na její výrobu jsou velmi nákladná.

## 2.2.1. Kusové dřevo

Topení kusovým dřevem patří u nás k nejlevnějším zdrojům energie pro vytápění především rodinných domů. Jde však o zdroj nekomfortní. To znamená, že je nutné každou sezónu dřevo připravovat. Dřevo musí být ideálně uskladněno a to nejméně 2-3 roky, chráněné před deštěm a půdní vlhkostí. Ochrana před vlhkostí je důležitá hlavně kvůli výhřevnosti paliva. Nutná je též pravidelná údržba jak kotle, tak komínu. Nevýhodou je časté přikládání a špatná možnost automatizace. [8]



Obr.4 Palivové dřevo [8]

Stáří dřeva	Obsah vody	Výhřevnost
čerstvě kácené v lese	50-60%	7,1 MJ/kg
přes léto skladované	25-30%	12,2 MJ/kg
několik let skladované	15-25%	14,4 MJ/kg

Tab.2 Srovnání obsahu vody a výhřevnosti v závislosti na době skladování dřeva [7]

## 2.2.2 Pelety

Jde o poměrně mladé a perspektivní ekologické palivo. Pelety jsou slisované granule dřevní nebo rostlinné hmoty kruhového průřezu vyráběné v rozmezí od 6 do 20mm a délce 10 až 50mm. Jsou lisovány za vysokých teplot. Dřevní pelety dělíme dle výrobních surovin na:

- čisté pelety – jsou vyrobeny z kvalitních pilin tvrdého a měkkého dřeva
- špinavé pelety – mimo čistých pilin pelety obsahují i kůry stromů



Obr.5 Dřevěné pelety [10]



Obr.6 Tmavé dřevní pelety s příměsí kůry [11]



Mezi další využívané zdroje pro výrobu pelet patří:

- kukuřice
- sláma
- rašelina

Čisté pelety neobsahují žádná další pojiva. Pelety špinavé mohou v malé míře pojiva obsahovat. Pelety při spalování zajišťují po dlouhou dobu optimální sálavou teplotu ohniště. Velkou výhodou je možnost plně automatického vytápění. [9],[12]

### 2.2.3 Brikety

Brikety jsou způsobem výroby velmi podobné peletám. Lisují se také za zvýšených tlaků. Mezi používané suroviny při výrobě patří dřevěné piliny nebo hobliny, alternativně i kůry stromů. Je možné je spalovat bez nutnosti pořízení speciálních kotlů. Brikety jsou rozměrově větší než pelety. Mohou být vyráběny z:

- uhlí
- slámy, rostlinných materiálů
- pilin, hoblin



*Obr.7 Dřevěné brikety [13]*

## 2.3 Kotle na tuhá paliva

Kotle na tuhá paliva jsou na našem trhu za svou dobu používání poměrně rozšířené. Z jejich sortimentu můžeme vybírat například:

- odhořivací kotle
- prohořivací kotle (litinové, ocelové)
- zplyňovací kotle na dřevo (možná kombinace uhlí a dřevo)
- kotle na pelety [14]

### 2.3.1 Teplovodní kotle na dřevo

Těchto kotlů existuje celá řada a vyrábějí se již poměrně dlouho. Kotle jsou konstruovány na principu klasického spalování bez ventilátoru. Těleso kotlů je vyrobeno z ocelových plechů o tloušťce 6 až 3 mm nebo z litiny. Těleso tvoří násypka paliva, která je ve spodní části opatřena pohyblivým roštem s podélnými otvory pro přívod spalovacího vzduchu a snadné odpopelnění. Pod pohyblivým roštem je umístěn popelník pro pohodlné vybírání popela. Výkon kotle je řízen pomocí regulátorů. Regulátor ovládá podle potřeby vzduchovou klapku v zadní části kotle. Vrchní část kotle je opatřena v zadní části odtahovým hrdlem, se škrtkou klapkou, pro připojení na komín. [14]

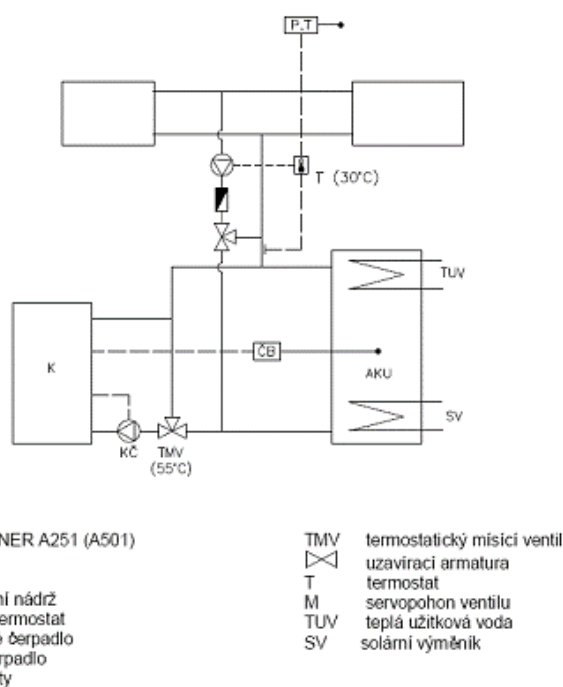
Výhodou těchto kotlů je:

- jednoduchá konstrukce
- možnost spalovat velké kusy dřeva
- spalování v keramickém topeništi
- účinnost 71-83%
- malé rozměry, vysoká kvalita
- jednoduché čištění

Tento typ kotlů je vhodný pro využití v kombinaci s jiným kotlem například s kotlem na LTO (Lehké topné oleje), nebo zemní plyn.



Obr.8 Prohořivací kotle Atmos [15]



Obr.9 Schéma zapojení kotle na dřevo s akumulací do topného systému [16]

### 2.3.2 Teplovodní kotle na uhlí nebo koks

V minulosti byly tyto kotle využívány pro vytápění RD nejčastěji. Později mnoho domácností přešlo na vytápění zemním plynem nebo využívalo elektrickou energii. V dnešní době je takový přechod velmi nepravděpodobný z důvodu vysoké ceny elektrické energie a plynu. Klasické kotle na hnědé uhlí používají systém spodního odhořívání paliva, které je v násypce. Výkon se reguluje otevíráním dvířek, kterými proudí sekundární vzduch pod rošt, zde se přimíchává do plamene. Tento proces zajišťuje spalování těkavých složek uvolněných

z uhlí a oxidu uhelnatého vzniklého ve vrstvě žhavého uhlí. Tyto kotle se dají provozovat jen v určitém rozmezí výkonu (zpravidla od 40 do 110% jmenovitého výkonu) a jejich účinnost bývá kolem 60%. Při snaze o snížení výkonu pod tuto hranici dochází k dehtování a prudce klesá účinnost. Situace se podstatně zlepší zařazením vyrovnávací akumulární nádrže (viz výše - kotle na dřevo). Jako příklad kotle tohoto typu lze uvést kotel VIADRUS HERCULES U26 s litinovým tělesem kotle, který pracuje s přirozeným nebo nuceným oběhem topné vody a je vhodný pro vytápění rodinných domů.[14]



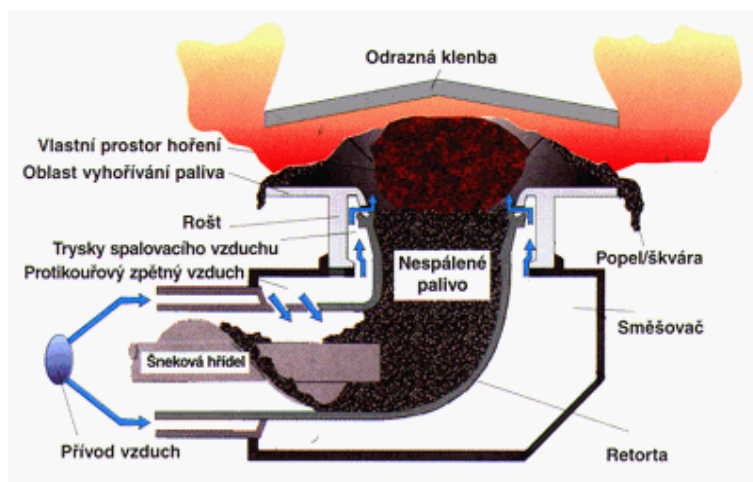
*Obr.10 Kotel na uhlí VIADRUS  
HERCULES U26 [17]*

### 2.3.3 Zplynovací kotle

Základem těchto kotlů jsou většinou tělesa svařena z ocelových plechů tloušťky 3 až 8 mm, dle výrobce. Těleso je tvořeno dvěma nad sebou posazenými komorami, vrchní komora slouží jako zásobník paliva, spodní jako spalovací komora a popelník. Mezi nimi je umístěn rošt, který umožňuje dokonalé zplynování uhlí a dřeva jednotlivě nebo dohromady. V zadní části tělesa kotlů je svislý spalínový kanál, opatřený ve vrchní části zatápěcí záklopkou. Zplynovací kotle jsou vybaveny ventilátory. Podle funkce je můžeme rozdělit na odtahové a tlakové. Odtahový ventilátor na rozdíl od tlakového odsává spaliny a tím minimalizuje kouření při přikládání a provozu kotle. Přikládání u těchto kotlů může být řešeno buď automaticky, nebo manuálně. Automatické přikládání je pohodlnější a komfortem je srovnatelné s vytápěním plynem, nebo olejem. Kotle s automatickým přikládáním jsou vybaveny zásobníkem paliva. Z tohoto zásobníku je pomocí šnekového hřídele palivo dopravováno do topeniště. Pokud je zajištěno dobré zásobování palivem, je možné v kotli topit nepřetržitě od podzimu do jara.



*Obr.11 Zplynovací kotel na uhlí a dřevo  
Atmos [15]*



Obr.12 Schéma topeniště teplovodního automatického kotle Benekov lng 25 [14]



Obr.13 Schéma spalování kotle Hoval Argolyt [18]

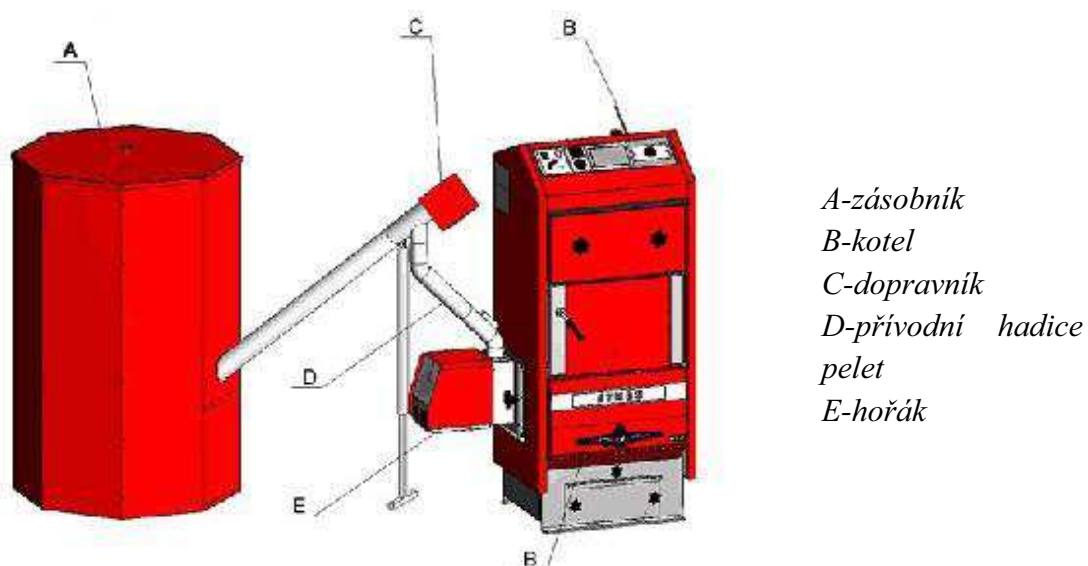
Mezi výhody zplynovacích kotlů můžeme zařadit:

- možnost spalovat velké kusy dřeva
- možnost spalovat dřevo a uhlí samostatně nebo obě paliva společně
- účinnost 81 až 87%
- ekologické spalování
- malé rozměry a nízká hmotnost kotlů

Regulace u těchto kotlů je většinou elektromechanická. Funguje na principu záklopky ovládané regulátorem tahu, který automaticky podle nastavené výstupní teploty vody otevírá či přivírá vzduchovou klapku. Regulátor také plní další funkci a to, že chrání kotel proti přetopení. Tyto kotle mohou být také vybaveny spalínovým termostatem, který slouží k vypnutí odtahového ventilátoru po dohoření paliva. Nové typy kotlů je možné vybavit plně elektronickou regulací pro řízení celého topného systému v závislosti na venkovní teplotě, pokojové teplotě a čase. Tento způsob regulace poskytuje ke kotlům například firma ATMOS. [14],[19]

### 2.3.4 Kotle na pelety

Kotle jsou konstruovány pro co nejdokonalejší spalování pelet. Ke kotli je pevně připojen hořák na pelety. Výrobci kotlů jsou schopni dle požadavků zákazníka montovat hořáky buď z levé či pravé strany, popřípadě lze hořák také umístit z čela kotle. Tyto hořáky si plně automaticky, za pomoci šnekového dopravníku odebírají pelety ze zásobníku. Tyto zásobníky musí být umístěny vedle kotle nebo ve vedlejší místnosti. Zásobníky jsou dostupné v různých velikostech, například standardně o objemech 250, 500 nebo 1000 litrů. Nejvhodnější je využít část kotelny jako zásobník, který pojme palivo na celou topnou sezónu.



A-zásobník  
B-kotel  
C-dopravník  
D-přívodní hadice  
pelet  
E-hořák

Obr.14 Schéma automatického kotle na pelety s příslušenstvím [15]

Samotný provoz hořáku na pelety funguje zcela automaticky. V případě že hořák dostane pokyn ke startu, automaticky se zapálí. Spínání hořáku je řízeno buď programem nebo například zasláním SMS zprávy. Po aktivaci systému nasype dopravník pelety do hubice hořáku a sám je zapálí topnou spirálou. Po dostatečném náběhu kotle najede hořák na nastavený výkon, tímto výkonem vytápí kotel systém do té doby, než je dům vytopen na požadovanou teplotu. Jakmile dosáhne této teploty je spalovací proces utlumen. Tento cyklus se opakuje dle potřeby.



Obr.15 Hořák na bílé pelety Atmos  
ERATO GP 20 (4,5-25kW) [15]



Obr.16 Hořák na bílé pelety  
Atmos A50 (10-48kW) [15]

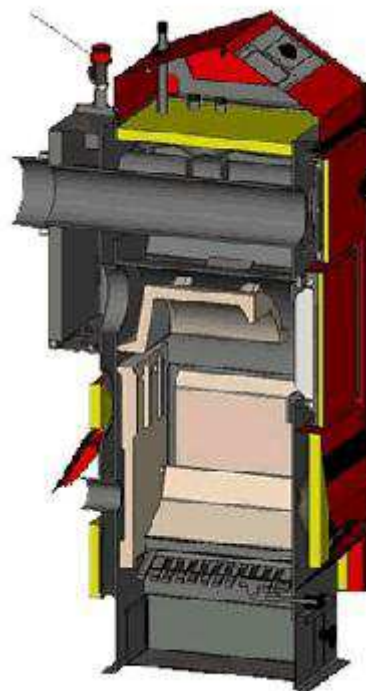
Výkon kotle a další funkce hořáku jsou řízeny elektronickou regulací, která umožňuje přizpůsobit chod kotle konkrétním podmínkám celého systému. Doplnění pelet, čištění spalovací komůrky hořáku a vybírání popela provádíme jednou za 30 dní a to podle kvality pelet a velikosti zásobníku. V případě potřeby je možné kotle vybavit automatickým odpopelňovacím systémem pro komfortní vytápění s minimální obsluhou.



Velkou výhodou těchto kotlů je i to, že v případě vyjmutí hořáku z kotle a nahrazení víkem, je možné spalovat nouzově i dřevo. Díky těmto vlastnostem jsou tyto kotle stejně komfortní, co se týče obsluhy a užitných vlastností, jako kotle na zemní plyn či lehký topný olej. Rozdílem ale je, že spalují obnovitelné zdroje energie.[15]

Výhody kotlů na pelety:

- velký komfort vytápění
- účinnost 91 až 93% (podle typu kotle)
- ekologické spalování
- automatický provoz a vypnutí kotle po dohoření paliva
- možnost automatického odpopelnění



Obr.17 Řez kotlem Atmos D15P [15]

### 2.3.5 Srovnání kotlů na tuhá paliva

Kotle jsem srovnával podle:

- možnosti použití paliv
- typu přikládání
- kotle od výrobců ATMOS, VIADRUS výkonové řady 8,9-29,8 kW

Výrobce	Typ	Palivo	Přikládání	Výkon[kW]	Cena[Kč]
Viadrus	Hercules U24	koks/č. uhlí/h. uhlí	Ruční	25/25/19	35958
Viadrus	Hercules U26	koks/č. uhlí/dřevo	Ruční	20-24	30380
ATMOS	DC 25s	uhlí	Ruční	26	30134
ATMOS	DC 24RS	dřevěné brikety/dřevo	Ruční	26	36417
ATMOS	D 30P	dřevěné pelety/suché dřevo	Automatické	8,9-29,8	43859

Tab.3 Srovnání kotlů na tuhá paliva [15],[17]

### 2.3.6 Vytápění krbem

V dnešní době patří vytápění krbem k hojně využívaným způsobům. Jednak z hlediska estetičnosti samotného zařízení, kterým je krbová vložka zastavěná do zděného pouzdra, tak i z ekonomického hlediska vytápění. Nejčastěji v rodinných domech využíváme krby na dřevo.

Před instalací krbové vložky je důležité vědět, zda chceme krbem vytápět jednu místnost, více místností, popřípadě celý dům. Možnost vytápět rodinný dům jen pomocí krbu využíváme hlavně u nízkoenergetických domů

Krby rozdělujeme podle způsobu ohřevu na:

- teplovodní

- teplovzdušné

Teplovodní krbový systém funguje na principu předávání tepla médiu (vodě). Tento systém je náročnější na návrh než teplovzdušný. Je třeba přesně výpočtem určit a posuzovat vytápěné plochy. Dále musíme počítat s doprovodnými prvky jako je čerpadlo, záložní zdroj, elektroinstalace, ventily, atd.

Teplovzdušné systémy jsou jednodušší. Systém vytápění je buď otevřený, nebo uzavřený. Otevřený systém využívá cirkulace v celém objektu, nevýhodou tohoto systému je, že spolu s ohříváním vzduchem do prostoru unikají nečistoty a prach. Uzavřený systém využívá proudícího vzduchu v uzavřeném prostoru. Uzavřený systém pracuje obdobně jako ústřední vytápění, kdy je uzavřeným médiem voda. [20]



Obr.18 Krbová vložka Uniflam [21]

### 3 Vytápění kapalnými palivy

Olejové vytápění je komfortní, ekologické a rychle se rozvíjející. Pohodlí při vytápění je vykoupeno vyšší cenou oproti jiným palivům. V dnešní době je u nás mnoho oblastí, kde máme dobrou možnost zásobování tímto palivem. Vytápění pomocí topných olejů se využívá i ve větších objektech. Topné oleje můžeme dělit na: [14],[23]

- Těžké topné oleje (TTO)
- Lehké topné oleje (LTO)
- Extra lehké topné oleje (ELTO)



Obr.19 Topný olej [24]

	Jednotka	TTO	LTO	ELTO
Hustota při 20°C	[°C]	990	920	860
Výhřevnost	MJ/kg	39	41	42,9
Teplota vzplanutí	[°C]	110	66	56

Tab.4 Srovnání topných olejů [36]

#### 3.1 Těžké topné oleje

Jde o směs převážně vyšších uhlovodíků, získávanou z ropy destilací, může obsahovat další přísady pro snížení bodu tuhnutí a je velmi viskózní (hustý). Zpravidla se používá spíše pro průmyslové vytápění, protože vyžaduje složitější a dražší konstrukci hořáků (olej se musí například přehřívat, aby se snížila jeho viskozita). Tyto kotelny mají obvykle výkon vyšší jak 20 MW. [23],[24]

### 3.2 Lehké topné oleje

Rovněž se získávají destilací ropy, mají nižší viskozitu a pro rozlišení od motorové nafty obsahují lehké topné oleje barvivo a značkovací látky. LTO se většinou využívají v kotelnách s výkonem od 5 do 20 MW, jsou stejně jako TTO pro vytápění RD méně vhodné. [23],[24]

### 3.3 Extra lehké topné oleje

Extra lehké topné oleje se od ostatních topných olejů liší nižší hustotou a absencí parafínů, které by bylo nutné rozehrávat. Výhodou LTO je vysoká výhřevnost a nízké množství vznikajících škodlivin

Kotle na lehké topné oleje (LTO resp. extra LTO) lze zakoupit u řady výrobců, někdy se dokonce jedná o kotle na zemní plyn vybavené speciálním hořákem pro spalování extra lehkých topných olejů. Výhodou LTO je vysoká výhřevnost a nízké množství vznikajících škodlivin. Účinnost kotlů je až 95%. LTO se velmi snadno transportují s minimálními ztrátami, velice jednoduše se s nimi pracuje a jsou nenáročné na manipulaci. Systém vytápění pomocí LTO se velmi lehce reguluje a dokáže rychle reagovat na aktuální požadavky na teplo v domácnosti.

Nevýhodou topení lehkými topnými oleji je vysoká cena paliva a jeho přímá závislost na ceně ropy, pokud cena ropy roste, roste i cena LTO a naopak. Díky husté síti distribučních skladů je topný olej běžně k dispozici na území celé České republiky. Dodávka z těchto míst až do zásobníků spotřebitelů probíhá za pomoci speciálních cisternových automobilů a je velmi efektivní. Během jediné cesty se totiž přepraví až 38 m<sup>3</sup> paliva, což je celoroční spotřeba přibližně 19 rodinných domů. Samotný proces plnění paliva do nádrží zajišťuje řidič cisterny a naplnění nádrží o objemu 2 m<sup>3</sup> trvá nejvýše půl hodiny. Všechny moderní cisternové automobily, které rozvážejí topný olej, jsou vybaveny pravidelně ověřovanými elektronickými počítadly s tiskárnou. Po skončení plnění si proto můžete přesně ověřit množství dodaného paliva. [23]



Obr.20 Nádrž na topný olej [25]



Obr.21 Zásobovací vůz na LTO společnosti Thermoil [24]



### 3.4 Kotle na topné oleje

Kotle na kapalná paliva se začaly používat již na počátku 90. let. Začala se objevovat zařízení, která se dala instalovat do běžných kotlů na tuhá paliva. V této době se instalovaly zejména komerčně dostupné hořáky.

V dnešní době jsou stejně jako u plynových kotlů zákazníkům běžně k dispozici olejové kotle nízkoteplotní a kondenzační, oboje ve stacionárním nebo závěsném provedení. Nízkoteplotní jsou vhodné pro topné systémy, které pracují s vyššími teplotními spády. Ohřívají topnou vodu v závislosti na venkovní teplotě, čímž minimalizují ztráty. V nízkoteplotních kotlích se pro výrobu tepla efektivně využije asi 88 % energie obsažené v palivu. Olejové kondenzační kotle dosahují stupně využití až 98 %, protože získají i teplo obsažené ve spalínách. Při výběru kotle se setkáte s takzvanými jednotkami. Tímto termínem



Obr.22 Nízkoteplotní kotel  
Bentone CTC 950 [27]



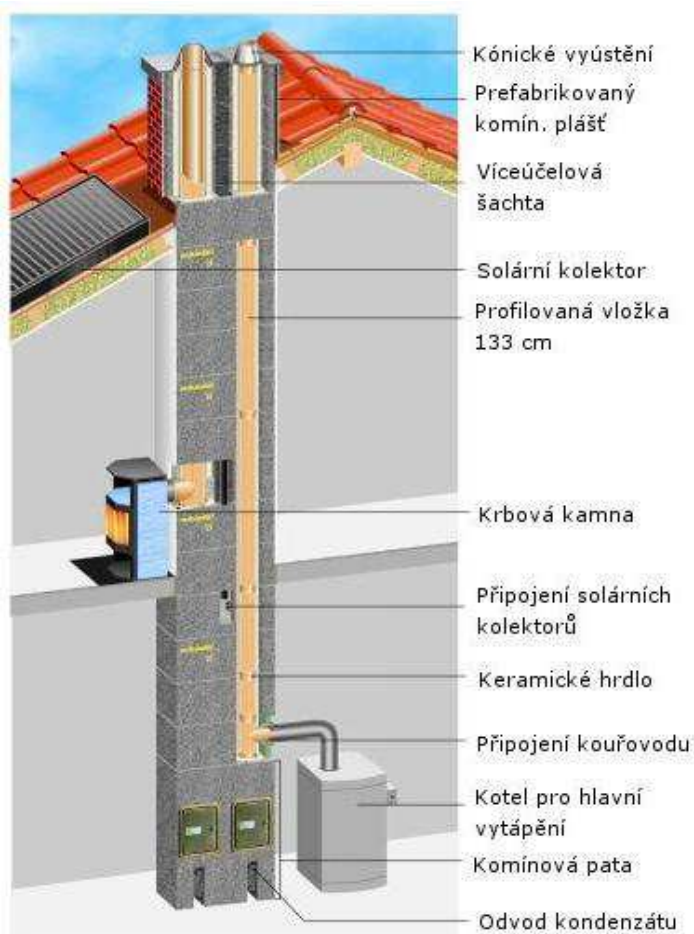
Obr.23 Kotel Logamax plus GB162-25 T40S [26]

je označován kompletní tepelný zdroj tvořený kotlem, hořákem pro spalování topného oleje, bojlerem, regulací, oběhovým čerpadlem atd. Úkolem je optimální a maximálně efektivní výroba tepla pro vytápění domu a ohřev teplé vody, a to za podmínky dosažení co nejnižší úrovně vypouštěných škodlivin. Jednotky jsou většinou kombinovány se zásobníky na ohřev teplé vody tak, aby v místě instalace zabraly co nejmenší plochu. Zásobník je možné umístit přímo pod, nad nebo vedle kotle.

V Evropě se nejvíce využívají hořákové a pánvové kotle. Rozprašovací hořák kotlů na LTO nevyžaduje předehřev paliva při teplotách domovních kotlen nad bodem mrazu. Těžké topné oleje vyžadují předehřev, ale u malých zdrojů se tento olej nevyužívá. Dalším druhem hořákového agregátu, je agregát na odpadní mazací olej. Tento agregát využívá předehřev pomocí elektrické topné spirály přibližně na 100°C. Hořákový kotel pracuje automaticky a vyžaduje údržbu hořáku a čištění sběrače popílku zhruba jednou týdně. Pánvové (odpařovací) kotle se používají do výkonu přibližně 50kW. Topeništěm pánvového kotle je zpravidla pánev o průměru 300 až 400mm s litinovým víkem opatřeným mnoha hustě uspořádanými otvory o průměru přibližně 30mm.

Pro zajištění dostatečné setrvačnosti při hoření je tloušťka stěn cca 5 až 7mm. Tekuté palivo se dávkuje čerpadlem nebo samospádem. Kotel se roztápí naftou a po jeho zahřátí se do kotle dopravuje LTO nebo odpadní olej. Některé pánvové kotle pracují s mírným přetlakem zhruba 1kPa, který zajišťuje ventilátor. Tyto kotle vyžadují denní čištění od sazí a tuhých spalin.

Spaliny se od kotlů odvádějí pomocí kouřovodů, jež se navrhují v závislosti na druhu instalovaného kotle. Kouřovod u nízkoteplotních kotlů musí odolávat spalinám dosahujícím teplot až 160 °C, u kondenzačních kotlů je teplota spalin nízká, a proto lze použít i kouřovody méně teplotně odolné. Moderní konstrukce dvouplášťových kouřovodů splňují dvě funkce. Vnější plášť přivádí ke kotli vzduch nutný ke správnému spalování a vnitřním prostorem pak odvádějí spaliny vzniklé provozem kotle. [26]



Obr.24 Schéma odvodu spalin kotle [28]

## 4 Vytápění plynnými palivy

Plynná paliva můžeme rozdělit na:

- Zemní plyn
- Bioplyn (Kaloplyn)
- Zkapalněné plyny (propan, butan a jejich směs)
- Svítiplyn [14]

### 4.1 Zemní plyn

Zemní plyn je přírodní hořlavý plyn využívaný jako významné fosilní palivo. Jeho výskyt je vázán na ložiska ropy tzv. naftový zemní plyn nebo doprovází ložiska uhlí tzv. karbonský zemní plyn. Skládá se ze směsi plynných uhlovodíků zejména metanu a nehořlavých složek, dusíku a oxidu uhličitého. U vytápění rodinných domů je zemní plyn asi nejvíce využívaný mezi plynnými palivy z důvodu jeho dostupnosti. Z tohoto důvodu bude tato práce soustředěna především na zemní plyn. [29]



Obr.25 Těžba zemního plynu[31]

## 4.2 Bioplyn

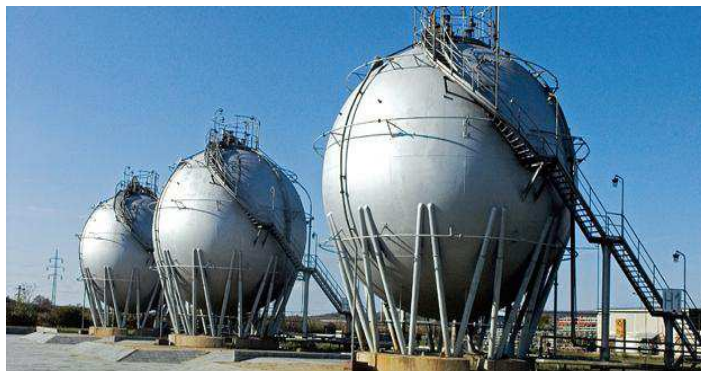
Bioplyn je plyn produkovaný během vyhnívání organických materiálů. Skládá se zejména z metanu a oxidu uhličitého. Bioplyn je produkován zejména v přirozených prostředích, jako jsou mokřady, sedimenty, trávicí ústrojí (například u přežvýkavců). Bioplyn je také produkován například na rýžových polích, skladech hnojů, skládkách, čistírnách odpadních vod nebo bioplynových stanicích. Nevýhodou bioplynu je jeho nízká výhřevnost a problémový rozvod do sítě. Plynárenské společnosti bioplyn nedodávají, protože jeho filtrace je drahá. Nepřefiltrovaný bioplyn nelze do sítě dodávat. [29]



Obr.26 Bioplynová stanice [32]

## 4.3 Zkapalněné plyny

Jedná se o zkapalnělé směsi uhlovodíkových plynů, které vznikají při rafinaci ropy. V kapalném stavu jsou bezbarvé, mají specifický zápach, snadno těkají, jsou hořlavé, ve směsi se vzduchem jsou výbušné. Výhřevnost mají nad 12,5 MJ/kg. Spolu se zemním plynem patří mezi více využívaná paliva a současně vhodná pro vytápění rodinných domů. Mezi nejvíce využívané druhy kapalných plynů patří propan, butan a jejich směsi. [30]



Obr. 27 Zásobníky zkapalněného plynu [30]

## 4.4 Svítiplyn

Vyrábí se tlakovým zplyňováním hnědého uhlí kyslíkem a vodní párou. Někdy se používá černé uhlí, které se zahřívá na teploty 1000 až 1150 °C. Svítiplyn obsahuje řadu příměsí např. sirovodík, dehet, aromatické uhlovodíky, čpavek a další. Nevýhodou svítiplynu je jeho vysoká výbušnost, při úniku svítiplyn nejde cítit a tudíž se nedá případným explozím předejít. V dnešní době se svítiplyn nepoužívá. [33]

## 4.5 Plynové kotle

Podle typu můžeme plynové kotle rozdělit na:

- Teplovzdušné plynové kotle
- Teplovodní plynové kotle
- Závěsné plynové kotle
- Stacionární plynové kotle
- Kondenzační kotle



*Obr.28 Závěsný plynový kotel PROTHERM TIGER [34]*



*Obr.29 Stacionární plynový kotel [35]*

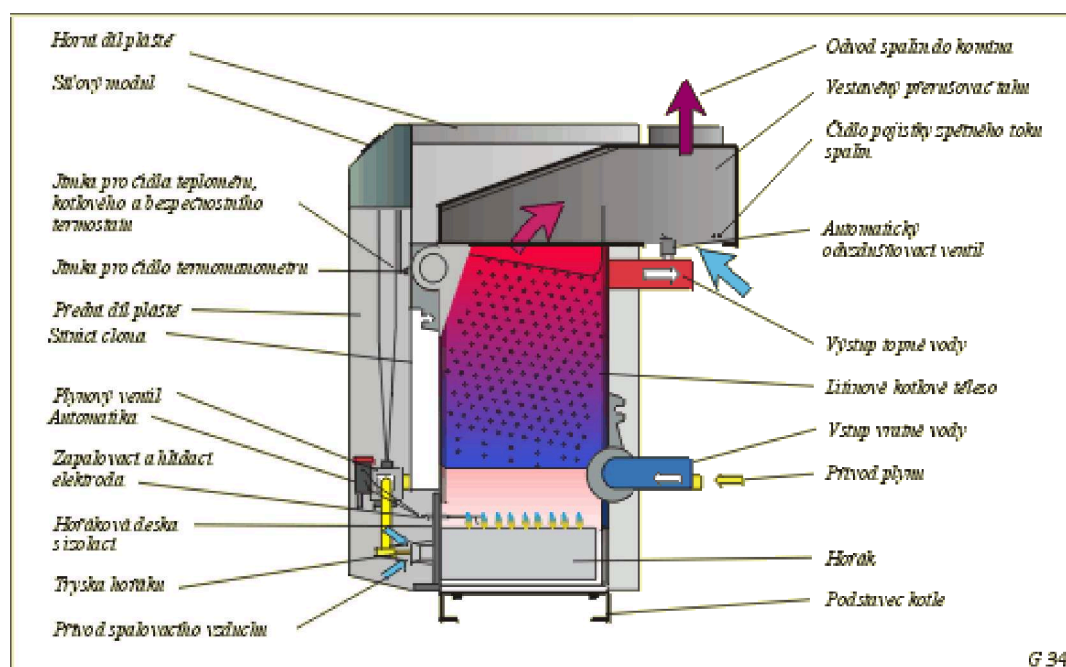
Teplovzdušné kotle se u nás téměř nepoužívají. Pokud jsou ale použity, používá se tento kotel spolu s běžným teplovodním plynovým kotlem a výměníkem voda-vzduch. Teplovzdušné kotle se spíše než u nás používají například v USA.

Na rozdíl od plynových teplovzdušných kotlů můžeme říct, že kotle teplovodní se využívají téměř všude. Nabídka těchto kotlů na trhu je obrovská.

Jak je uvedeno výše, můžeme kotle rozdělit podle způsobu kotvení v kotelnách na závěsné a stacionární.

Stacionární kotle mohou být větší a těžké, lze v nich uplatnit např. litinové kotlové těleso (s dlouhou životností), nebo je možné použít je pro samotížný oběh vody. Jako příklad lze uvést stacionární litinový plynový kotel G32BM firmy VIADRUS. Jde o litinový plynový kotel pro provoz bez potřeby elektřiny a samotížné systémy vytápění. Je vhodný zejména pro instalaci do míst, kde jsou problémy s dodávkou elektrické energie. Vyniká jednoduchou obsluhou a výhodnými pořizovacími i provozními náklady.





Obr.30 Schéma stacionárního kotle VIADRUS G32BM [14]

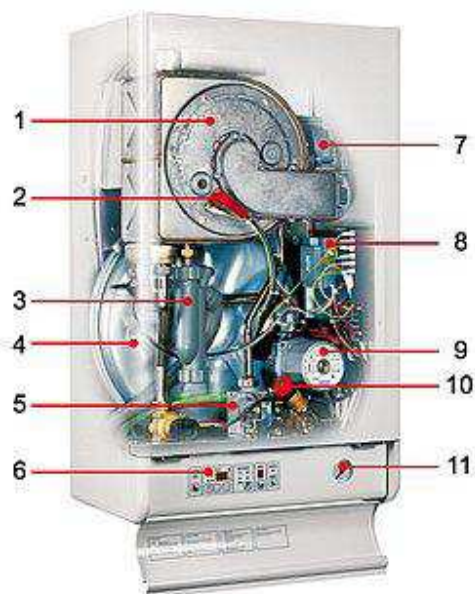
Závěsné kotle jsou lehčí a menší jsou pro nové domy s malými tepelnými ztrátami lépe využitelné. Proto v nabídkách prodejců plynových kotlů tyto kotle převažují. Podle způsobu odvodu spalin je dělíme na kotle s odvodem do komína a na takzvané turbokotle, které mají pro odvod spalin skrz stěnu (někdy i strop) zabudovaný ventilátor. Výhodou turbokotle je to, že spalovací prostor je zcela oddělen od vnitřku domu a můžeme jej tedy umístit i do nevětrané místnosti, pokud je zajištěn přívod vzduchu. [34],[14]

#### 4.5.1 Kondenzační plynové kotle

Nejnovějším typem plynových kotlů jsou takzvané kondenzační kotle. Při spalování vzniká kromě oxidu uhličitého také značné množství vodní páry. Tato vodní pára má zdroj v metanu, ten obsahuje v každé molekule 4 atomy vodíku. Vodík při spalování kondenzuje na vodu. Vzniklá pára má vysoké výparné (a tedy i kondenzační) teplo. Pokud spaliny vystupující z kotle ochladíme pod rosný bod, vodní pára z větší části zkondenzuje a teplo vzniklé při kondenzaci využíváme. Základem pro kondenzaci je ale poměrně nízká teplota vratné topné vody (přibližně 50°C).

V souvislosti s kondenzačními kotly se setkáváme s neuvěřitelnou účinností těchto kotlů. Tyto účinnosti uváděné výrobcem sahají někdy až k hodnotě 110%. Normálně se totiž účinnost plynových spotřebičů vztahuje na výhřevnost plynu. U výhřevnosti se předpokládá, že spalováním vzniklá voda odchází ve formě vodní páry. Pro kondenzační kotel by se účinnost měla vztahovat ke spalnému teplu plynu, které je definováno tak, že spaliny se ochladí na normální teplotu a vodní pára zkondenzuje. Hodnota spalného tepla je pochopitelně právě o to kondenzační teplo vodní páry vyšší, a pokud vztáhneme účinnost kondenzačního kotle ke spalnému teplu plynu, pochopitelně dostaneme účinnost pod 100%. Pravdou ale je, že údaj "účinnost 110%" rozhodně vzbudí větší pozornost a navíc také umožňuje přímé srovnání s běžnými kotly, jejichž účinnost je vztažena k výhřevnosti. [14]

- 1-Kondenzační komora
- 2-Zapalovací a ionizační elektroda
- 3-Sifon
- 4-expanzní nádrž
- 5-plynová armatura
- 6-ovládací panel
- 7-ventilátor a mixér
- 8-elektronika
- 9-čerpadlo
- 10-pojišťovací ventilátor
- 11-tlakoměr



Obr.31 Schéma plynového kondenzačního kotle DAKON KZ [37]

#### 4.6. Lokální plynová topidla

Plyn se podobně lehce jako elektřina rozvádí do jednotlivých místností. Větším problémem než jeho rozvedení je odvod spalin. Nicméně trh nám nabízí určitá plynová topidla pro vytápění jednotlivých místností. Odvod spalin a přívod vzduchu se obvykle řeší pomocí armatur skrz obvodové zdi a zároveň se topidlo umísťuje pod okno nebo se spaliny odvádí do komína jako u klasických kamen. Při využití odvodu spalin komínem musí být komín vyvložkován, zpravidla nerezovou armaturou. Okna v místnosti kde je umístěno lokální topidlo nesmí být utěsněna, kvůli přívodu vzduchu. Pokud tuto podmínku nesplňují, musí být vytvořen umělý přívod vzduchu. Lokální topidla v české republice vyrábí firma KARMA se sídlem v Českém Brodě. Tato firma vyrábí dvě řady lokálních topidel.



Obr.32 KARMA elegance 67F [38]



Obr. 33 KARMA Beta 3 Mechanic [38]



Obr. 34 KARMA Gama F-5 [38]

Řada BETA využívá odtaž spalin přes zeď. Tam, kde lze využít odtaž spalin komínem, můžeme použít topidlo z řady GAMA. Pokud dbáme na design prostředí, do kterého chceme umístit lokální topidlo, pořídíme si plynový krb.

Výše uvedená topidla předávají teplo zejména konvekcí. Existují, ale i lokální plynová topidla, která předávají teplo sáláním neboli radiací. Tento druh plynových topidel je velmi podobný svým principem topidlům elektrickým. Plynová topidla se dají rozdělit podle teploty sálajícího povrchu na:

- světlá ( povrchová teplota nad 600° C)
- tmavá (povrchová teplota pod 550°C )



*Obr.35 Světlý infračervený plynový zářič KOTRBATÝ MK [39]*

Jak již bylo zmíněno světlé zářiče mají teplotu nad 600°C, v praxi se tato teplota pohybuje někde kolem 900°C. Tyto zářiče vydávají kromě infračerveného záření i záření světelné. Mezi jejich výhody patří malá velikost. To znamená, že při malé ploše dokážou vyvinout velký výkon. Nevýhodou představují nečistoty, které se usazují na topné ploše. Tyto nečistoty představují možné požární riziko. Další nevýhodou světlých zářičů je, že spaliny odchází přímo do prostoru, proto jsou spíše vhodné k vytápění velkých prostor.



*Obr.36 Tmavý infračervený zářič typu KM [39]*

Tmavé zářiče v praxi operují s teplotami okolo 200°C, teplota 550°C je hodnota sloužící k určení mezní hranice mezi tmavými a světlými zářiči, jak to mu bylo již u zářičů světlých. Tyto zářiče se více využívají ve výrobních halách, kde jsou připevněny u stropů, či na



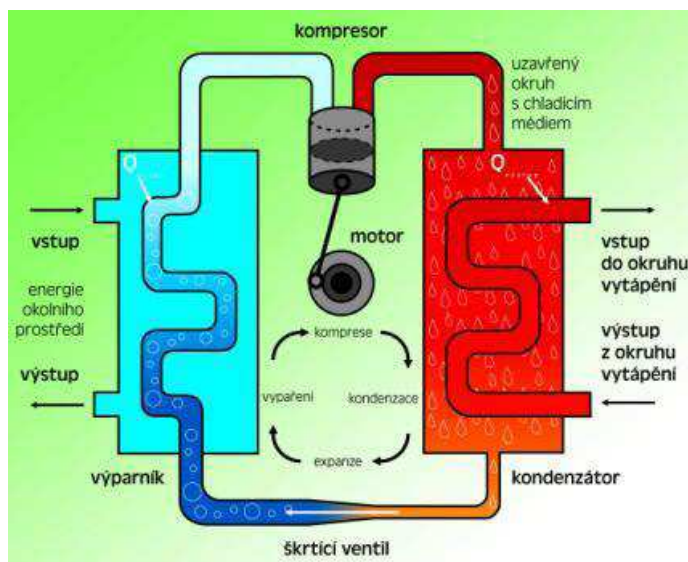
stěnách. Výhodou je skladnost a provoz téměř beze ztrát. Tmavé zářiče jsou k vytápění rodinných domů méně vhodné. [14],[38],[39]

## 5 Vytápění elektřinou

Jednou z výhod elektrické energie je její dostupnost. Poměrně snadno se rozvádí do jednotlivých místností. Další výhodou je, že elektrické topné systémy zvládají přeměnit téměř 100 % dodané energie na teplo. Nejčastěji využívaná topidla na elektřinu jsou lokální topidla. Rodinné domy můžeme vytápět sálavými panely, topnými kabely nebo topnými fóliemi. Jsou levné, zasahují minimálně do obytných prostorů, snadno regulovatelné. Mezi nevýhody vytápění elektřinou patří vysoká cena a fakt, že elektřina nelze skladovat. Z těchto důvodů je vhodné vytápět elektřinou jen domy s velmi malými energetickými ztrátami. [14]

## 6 Vytápění tepelným čerpadlem

Tepelné čerpadlo je zařízení, které dokáže odebrat teplo z chladnějšího tělesa (prostředí), jako je země, voda či vzduch. Odebrané teplo přenáší na těleso teplejší (topná voda, vzduch v domě). Pokud chceme, aby k této výměně energií došlo, musíme dodávat energii. V praxi nejčastěji dodáváme elektrickou energii kompresoru. Tepelná čerpadla mohou fungovat i na absorpčním principu. Tyto čerpadla jsou poháněna pouze teplem. Jako další zdroj dodávané energie je zemní plyn, což je ale ve srovnání s elektřinou dražší.



Jak už jsem zmínil, v praxi se nejčastěji setkáme s tepelným čerpadlem s kompresorem, který je

Obr. 37 Schéma tepelného čerpadla s kompresorem [14]

poháněn elektrickou energií. V zásadě je to upravený chladicí zdroj. Na počátku historie tepelných čerpadel se tepelná čerpadla stavěla z chladicích zařízení.

Základní části TČ a jejich funkce jsou následující:

- kompresor – stlačuje chladivo a zvyšuje jeho teplotu
- kondenzátor – tepelný výměník, kde chladivo kondenzuje a odevzdává teplo do topného systému
- výparník – zde se chladivo odpařuje a odebrá teplo z okolí
- regulační systém
- pomocné vytápění pro přitápění [14]

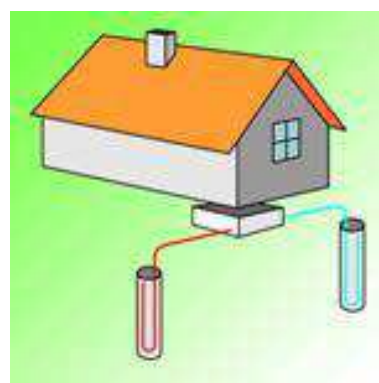


## 6.1 Tepelné čerpadlo země – voda

Zdrojem u tohoto typu čerpadel je buď zemní vrt v hloubce asi 10 metrů, nebo zemní kolektory, které jsou instalovány zhruba 1,5 až 2 metry pod povrchem. U zemních kolektorů proudí chladivo v plastových trubkách. Výhodou je poměrně nízká cena, dobrý topný faktor. Nevýhodou je potřeba velké plochy pro instalaci kolektorů. Na této ploše je nutno provádět náročnější zemní práce. Další možností je využít mělkou vodní nádrž (rybník). V tomto případě instalujeme soustavu trubek na dno této nádrže, teplo odebíráme z vody, která jej odebírá z půdy. Celá instalace je jednodušší než u zemních kolektorů. [14]

## 6.2 Tepelné čerpadlo voda – voda

Ideální situace je, když můžeme teplo odebírat z vody. Pak je totiž možno předávat ve výměníku teplo z čerpané vody přímo do chladiva (bez vřazeného okruhu s nemrznoucím roztokem) a součinitel přestupu tepla je vysoký. Jde to v případech, kdy je dům v blízkosti vhodného vodního zdroje. Může to být studna s dostatečnou vydatností vody, zvodněný vrt, podzemní štola s vodou a další. Povrchové toky nejsou vhodné (nebezpečí zanesení výměníku tepelného čerpadla nečistotami). Také krasové oblasti se svými podzemními prameny jsou vhodné. Důležité ale je, aby voda neobsahovala příliš velké množství minerálních látek, které



Obr.38 TČ voda-voda [14]

by se při ochlazení ve výměníku mohly vyloučit a výměník zanesou. Vždy je nutné ochlazenou vodu vracet zpět do podloží. K tomu se používá další vrt (vsakovací studna). Samotná studna nestačí, vždy to musí být kombinace dvou studní, kdy spodní voda je vyčerpávána z jedné studny, v tepelném čerpadle je ochlazená a pak zavedena do druhé, vsakovací studny. Zemina (podloží) mezi studnami, která je vlastně tepelným výměníkem, v němž se vsakovaná voda ohřívá, musí být dostatečně propustná; ideální je vrstva štěrku. [14]

## 6.3 Tepelné čerpadlo vzduch – voda

Vzduch je velmi univerzální zdroj tepla. Má však několik zásadních nevýhod. Teplota vzduchu v období, kdy potřebujeme nejvíce vytápění RD je velmi nízká. Navíc se během roku často mění jak teplota, tak i vlhkost. Z těchto vlastností plyne, že topný faktor není zvlášť vysoký. Výhodou jsou nižší náklady na zařízení, snadná a rychlá instalace.

Další možností je využívat jako zdroj vzduch vycházející z budovy. Tento vzduch má oproti venkovnímu vzduchu vyšší teplotu a jeho teplota se v průběhu roku tolik nemění. [14]

## 7 Vytápění solární energií

Se snižováním potřeby tepla na vytápění budov (nízkoenergetické domy, energeticky pasivní domy) nachází stále větší uplatnění solární vytápění, tedy solární soustavy sdružující přípravu teplé vody a vytápění, tzv. solární kombinované soustavy. Propojení solární soustavy s otopnou soustavou pro krytí potřeby tepla zvláště v jarních a podzimních měsících je možné vzhledem k nízkým provozním teplotám otopné vody (nízkoteplotní vytápění). Potřeba tepla

na vytápění budov se však během roku časově rozchází se špičkami dostupných solárních zisků a lze proto dosáhnout vždy jen částečného pokrytí potřeby tepla. Zpravidla ekonomicky přijatelné jsou roční hodnoty pokrytí mezi 15 a 35 % celkové roční potřeby tepla pro přípravu teplé vody a vytápění. Požadovaná hodnota solárního pokrytí ovlivňuje návrh zařízení a jeho energetické přínosy. [14]

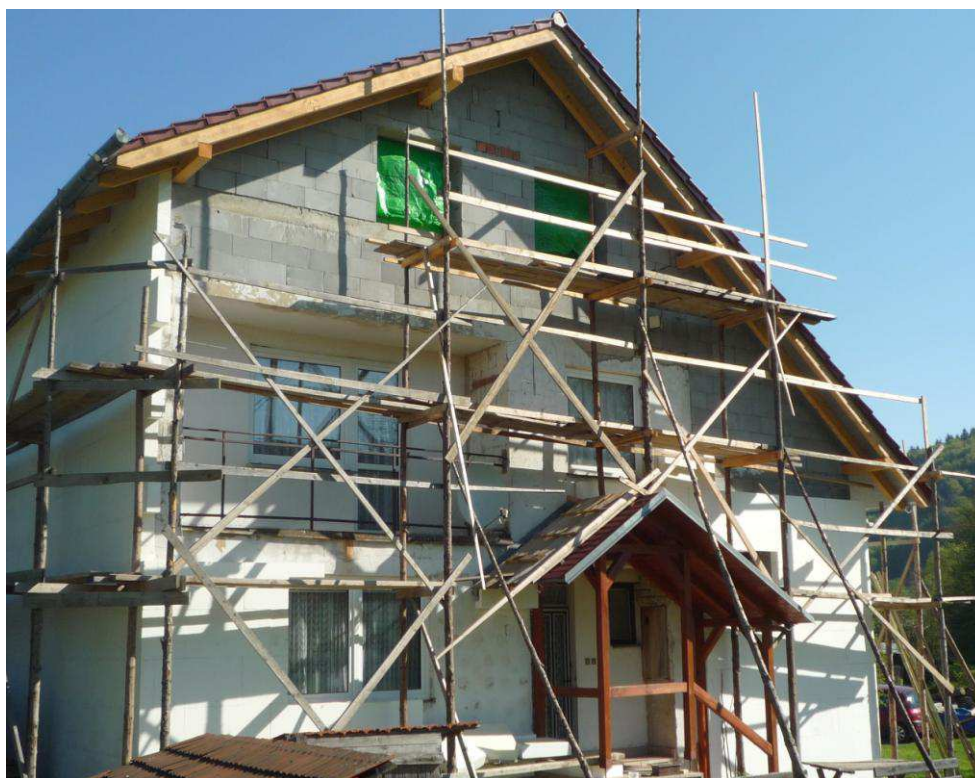
## 8 Návrh vytápění pro modelový dům

Pro návrh vytápění je nutné znát co nejvíce informací o objektu. Mezi nejdůležitější patří způsob jeho využívání. Zda bude objekt obydlen celoročně, nebo jen v některých měsících, popřípadě v kterých. Zda bude vytápěn jedním nebo více zdroji. Mezi méně podstatné informace bych zařadil například požadavky majitelů, což ovšem neznamená jejich zanedbání.

Jako první krok k návrhu vytápění musíme určit tepelné ztráty objektu. Podle ztrát navrhujeme potřebný výkon kotle. Pokud navrhujeme optimální výkon kotle, nenastane problém s dehtováním při předimenzování kotle, nebo v horším případě s poddimenzováním kotle, což by mělo za následek nízké teploty v objektu a nízký komfort při jeho užívání.

### 8.1 Popis modelového domu

Modelový dům se nachází v obci Leskovec v okrese Vsetín ve Zlínském kraji. Nadmořská výška objektu je 375 m. Jedná se o jednogenerační rodinný dům postavený v roce 1985. Návrh nového vytápění provádíme z důvodu zateplení a přestavby objektu. Při návrhu budeme uvažovat jen zateplenou původní stavbu. Při rekonstrukci vznikly nové, zatím neobydlené prostory, proto je ve výpočtu neuvažují.



*Obr.39 Modelový dům*

Stávající vytápění je zajištěno šestičláňkovým kotlem Viadrus U26 s výkonem 25 kW. Při rozsáhlé plynofikaci byl jako druhý zdroj instalován nízkoteplotní plynový kotel Dakon. V současné době je nejvíce využíván kotel na tuhá paliva, který zajišťuje současně ohřev TUV. Plynový kotel je prakticky nevyužit.



Obr.40 Stávající kotel Viadrus



Obr.41 Plynový kotel Dakon

Po vstupu do rodinného domu hlavním vchodem se dostaneme na nevytápěnou verandu. Z verandy máme přístup na toaletu a chodbu s hlavním schodištěm. Po schodišti se můžeme dostat jak do prvního patra, tak i do sklepení, které má stejný půdorys, jako patra nad ním. V přízemní části chodby máme přístup do koupelny, obývacího pokoje a kuchyně. Schodiště nahoru vede ke třem ložnicím a koupelně.

## 8.2 Výpočet tepelných ztrát objektu

K určení tepelné ztráty objektu využijeme kalkulačku tepelných ztrát ze serveru energetickyporadce.cz. Tato kalkulačka využívá normu ČSN 73 0540-2. Usoudili jsme, že tento výpočet je pro naši potřebu dostačující. Úsudek lze podložit Bakalářskou prací vypracovanou Ladislavem Sukem v roce 2010. V této práci je určena ztráta objektu obálkovou metodou, podle projektu Zelená úsporám a podle pomůcky TZBinfo. Z výsledků jasně vyplývá, že se liší minimálně.

Výpočtem jsem určil ztráty objektu na necelých 9 kW. Proto v dalších krocích budeme navrhovat zdroje s výkonem minimálně 9 kW. [41]

Místnost	Objem místnosti [m <sup>3</sup> ]	Vnitřní teplota [°C]	Tepelná ztráta [W]
Obývací pokoj	54	20	950
Kuchyň	54	20	1010
Koupelna 1	18,4	24	980
Koupelna 2	18,4	24	930
Ložnice	50	20	1150
Pokoj 1	35	20	1330
Pokoj 2	22,4	20	890
Schodiště	38,4	10	490
Chodba	8,1	10	540
WC	2,9	20	630
Celková ztráta objektu			8900

Tab.5 Tabulka ztrát objektu



### 8.3 Výpočet množství tepla dodaného za rok

Zjednodušený výpočet dodaného tepla za 1 rok jsem určil podle pomůcky TZBinfo. Hodnota 26 MWh/rok byla určena na základě tepelných ztrát objektu, při současném zahrnutí opravných součinitelů a účinností systémů. Do výpočtu jsem zahrnul i ohřev TUV pro 3 osoby, které rodinný dům obývají.

**Lokalita (Tabulka)**

Město:  Délka topného období:  [dny]

Venkovní výpočtová teplota  $t_e = -15$  °C Prům. teplota během otopného období  $t_{es} = 3,6$  °C

☒ **Vytápění**

Tepelná ztráta objektu  $Q_0 = 9$  kW

Průměrná vnitřní výpočtová teplota  $t_{is} = 20$  °C

Vytápění denostupně

$$D = d \cdot (t_{is} - t_{es}) = 3870 \text{ K.dny}$$

Opravné součinitele a účinnosti systému

$e_i = 0,85$   $\eta_o = 0,95$

$e_t = 1$   $\eta_r = 0,95$

$e_d = 1,00$

Opravný součinitel  $\epsilon$

☐  $\epsilon = e_i \cdot e_t \cdot e_d = 0,85$

☒  $\epsilon = 0,75$

$$Q_{VYT,r} = \frac{\epsilon}{\eta_o \cdot \eta_r} \cdot \frac{24 \cdot Q_0 \cdot D}{(t_{is} - t_e)} = 3,6 \cdot 10^{-3}$$

$Q_{VYT,r} = \left( \begin{array}{l} 71,5 \text{ GJ/rok} \\ 19,8 \text{ MWh/rok} \end{array} \right) > \text{Náklady}$

☒ **Ohřev teplé vody**

$t_1 = 10$  °C  $p = 1000$  kg/m<sup>3</sup>

$t_2 = 55$  °C  $c = 4186$  J/kgK

$V_{2p} = 0,246$  m<sup>3</sup>/den

Koeficient energetických ztrát systému  $z = 0,5$

Denní potřeba tepla pro ohřev teplé vody

$$Q_{TUV,d} = (1 + z) \cdot \frac{p \cdot c \cdot V_{2p} \cdot (t_2 - t_1)}{3600} = 19,3 \text{ kWh}$$

Teplota studené vody v létě  $t_{svl} = 15$  °C

Teplota studené vody v zimě  $t_{svz} = 5$  °C

Počet pracovních dní soustavy v roce  $N = 365$  [dny]

$$Q_{TUV,r} = Q_{TUV,d} \cdot d + 0,8 \cdot Q_{TUV,d} \cdot \frac{t_2 - t_{svl}}{t_2 - t_{svz}} \cdot (N - d)$$

$Q_{TUV,r} = \left( \begin{array}{l} 22,1 \text{ GJ/rok} \\ 6,2 \text{ MWh/rok} \end{array} \right) > \text{Náklady}$

**Celková roční potřeba energie na vytápění a ohřev teplé vody**

$Q_r = Q_{VYT,r} + Q_{TUV,r} = \left( \begin{array}{l} 93,6 \text{ GJ/rok} \\ 26 \text{ MWh/rok} \end{array} \right) > \text{Náklady}$

Obr. 42 Výpočet dodaného tepla za rok [42]

### 8.4 Zvolené zdroje pro vytápění modelového domu

Jako první možný zdroj volím nástěnný plynový kondenzační kotel Claudie typu K1L23 od firmy Viadrus. Tento kotel má výkon udávaný výrobcem 3,5 až 16 kW. Kotel je vybaven čerpadlem a třicestným ventilem. Účinnost kotle udaná výrobcem je 108 %.

Druhý pro mne zajímavý zdroj je automatický zplynovací kotel na pelety D14P od firmy Atmos. Výkon kotle udaný výrobcem je 4-14 kW. Tento kotel je dodáván v kombinaci s hořákem Atmos A25 o výkonu 4- 24 kW, šnekovým dopravníkem a zásobníkem na pelety o velikosti 500 litrů.

Jako třetí zdroj volím kotel na tuhá paliva o nižším výkonu než je stávající.

## 8.5 Náklady na vytápění

### 8.5.1 Stávající kotel na tuhá paliva

Vytápění modelového domu je zajištěno kotlem Viadrus Hercules U26. V tomto šestičláňkovém kotli se spaluje palivové dřevo v poměru měkké:tvrdé zhruba 30:70. S palivem dosahuje kotel výkonu 22 kW. Účinnost kotle udávaná výrobcem je 75%, ve výpočtech uvažují sníženou účinnost 72% a cenou smrkového dřeva 1100 Kč/pm, a cenou za dubové dřevo 1350 Kč/pm. [44]

Druh paliva	Objemová hmotnost sušiny	Objemová hmotnost při vlhkosti 25%		Výhřevnost při vlhkosti 25%		
	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/pm]	[kg/rm]	[MJ/kg]	[MJ/pm]	[MJ/rm]
Smrk	430	575	415	13,1	7350	5440
Dub	630	840	565	13,2	11050	7430

Tab.6 Tabulka výhřevností dřeva [43]

$$Q_c = 93,6 \text{ GJ / rok}$$

$$Q_D = 0,70 \cdot Q_C = 0,70 \cdot 93,6 = 65,52 \text{ GJ / rok}$$

$$Q_S = 0,30 \cdot Q_C = 0,30 \cdot 93,6 = 28,08 \text{ GJ / rok}$$

$Q_C$  Celková energie na vytápění potřebná na rok [GJ/rok]

$Q_D$  Celková energie dodaná spalováním dubového dřeva za rok [GJ/rok]

$Q_S$  Celková energie dodaná spalováním smrkového dřeva za rok [GJ/rok]

$$N_{SMRK} = \frac{Q_S}{Q_{SMRK} \cdot \eta_P} \cdot C_{SMRK} = \frac{28,08 \cdot 10^9}{7350 \cdot 10^6 \cdot 0,72} \cdot 1100 = 5837 \text{ Kč}$$

$$N_{DUB} = \frac{Q_D}{Q_{DUB} \cdot \eta_P} \cdot C_{DUB} = \frac{65,52 \cdot 10^9}{11050 \cdot 10^6 \cdot 0,72} \cdot 1350 = 11118 \text{ Kč}$$

$$N_{CP} = N_{SMRK} + N_{DUB} = 5837 + 11118 = 16955 \text{ Kč}$$

$N_{SMRK}$  Náklady na vytápění smrkovým dřevem na rok [Kč]

$N_{DUB}$  Náklady na vytápění dubovým dřevem na rok [Kč]

$Q_{SMRK}$  Výhřevnost smrkového dřeva při vlhkosti 25% [MJ/pm] [41]

$Q_{DUB}$  Výhřevnost dubového dřeva při vlhkosti 25% [MJ/pm] [41]

$\eta_P$  Původní účinnost spalování [-] [17]

$C_{SMRK}$  Cena za plný metr smrkového dřeva [Kč/pm] [42]

$C_{DUB}$  Cena za plný metr dubového dřeva [Kč/pm] [42]

$N_{CP}$  Celkové původní náklady na vytápění na rok [Kč]

### 8.5.2 Kotel na tuhá paliva o nižším výkonu

Jakožto náhradu stávajícího volím zplynovací kotel ATMOS DC 15E. Jedná se o kotel na dřevo s výkonem 14,9 kW. Tento výkon je pro modelový dům vysoký, proto je vhodné instalovat spolu s novým zdrojem do systému i akumulární nádrž. Tato volba zvedne pořizovací náklady, ale vzhledem k účinnosti zplynovacího kotle, která je 83% dojde ke snížení nákladů na vytápění oproti stávajícímu zdroji. Pořizovací náklady kotle ATMOS s izolovanou akumulární nádrží firmy Dražice pro kotle ATMOS, typu AN500 činí 43 024 Kč. [15]

$$P_N = 43024 \text{ Kč}$$

$$N_{SMRK} = \frac{Q_S}{Q_{SMRK} \cdot \eta_{KT}} \cdot C_{SMRK} = \frac{28,08 \cdot 10^9}{7350 \cdot 10^6 \cdot 0,83} \cdot 1100 = 5063 \text{ Kč}$$

$$N_{DUB} = \frac{Q_D}{Q_{DUB} \cdot \eta_{KT}} \cdot C_{DUB} = \frac{65,52 \cdot 10^9}{11050 \cdot 10^6 \cdot 0,83} \cdot 1350 = 9644 \text{ Kč}$$

$$N_{KT} = N_{SMRK} + N_{DUB} = 5063 + 9644 = 14707 \text{ Kč}$$

$P_N$  Pořizovací náklady kotle a akumulární nádrže [Kč] [48],[15]

$\eta_{KT}$  Účinnost zplyňovacího kotle na dřevo [-] [15]

$N_{CP}$  Roční náklady na vytápění zplynovacím kotlem za rok [Kč]

Návratnost investice vzhledem ke stávajícímu kotli je uvedena v následujícím výpočtu.

$$U_N = N_{CP} - N_{KT} = 16955 - 14707 = 2248 \text{ Kč}$$

$$N_{IKT} = \frac{P_N}{U_N} = \frac{43024}{2248} = 19,1 \text{ let}$$

$U_N$  Ušetřené roční náklady při vytápění kotlem Atmos [Kč]

$N_{IKT}$  Návratnost investice při pořízení kotle Atmos [rok]

### 8.5.3 Kondenzační kotel na zemní plyn

Zvolený kotel Viadrus Claudie K1L23 má účinnost pro využití paliva 97,4%, celková udaná účinnost je 108%. Tyto hodnoty jsou maximální hodnoty, které udává výrobce, proto uvažují sníženou účinnost 105%. Celkové pořizovací náklady kotle včetně instalace je 50876 Kč.

Další důležitá hodnota je cena plynu, která je dána aktuálním ceníkem společnosti RWE Energie a.s. Pro modelový dům je cena plynu 1181,36 Kč/MWh. [17],[45]

$$N_{PLYN} = \frac{Q_{CMWH}}{\eta_{PK}} \cdot C_{PLYN} = \frac{26}{1,05} \cdot 1181,36 = 29253 \text{ Kč}$$

$N_{\text{PLYN}}$	Roční náklady na vytápění plynem [Kč]
$Q_{\text{CMWH}}$	Celková energie na vytápění potřebná na rok [MWh/rok]
$\eta_{\text{PK}}$	Účinnost plynového kondenzačního kotle [-] [17]
$C_{\text{PLYN}}$	Cena za plyn [Kč/MWh] [45]

### 8.5.4 Kotel na pelety

Účinnost zvoleného zplyňovacího kotle na pelety D14P je udána výrobcem v rozmezí 90 až 93%. Pořizovací náklady celé sestavy i s instalací činí 85 365 Kč. Pro výpočet uvažuji nižší hranici účinnosti a to 90%, protože v praxi nebývá účinnosti udané výrobcem vždy dosahováno. Účinnost však nezáleží jen na samotném kotli. Pro hodnotu účinnosti je také důležité jak kvalitní paliva v kotli spalujeme. [15]

S kvalitou paliva je úzce spjata výhřevnost peletek, ta je 18,5 MJ/kg. Cena peletek, kterou ve výpočtu uvažuji je 5500 Kč/tunu. [46],[47]

$$N_{\text{PEL}} = \frac{Q_c}{\eta_{\text{PEL}} \cdot Q_{\text{PEL}}} \cdot C_{\text{PEL}} = \frac{93,6 \cdot 10^9}{0,9 \cdot 18,5 \cdot 10^6} \cdot 5,5 = 30918 \text{ Kč}$$

$N_{\text{PEL}}$	Roční náklady na vytápění peletkami [Kč]
$\eta_{\text{PEL}}$	Účinnost zplyňovacího kotle na peletky [-] [15]
$Q_{\text{PEL}}$	Výhřevnost peletek [MJ/kg] [46]
$C_{\text{PEL}}$	Cena peletek [Kč/tuna] [47]

### 8.5.5 Srovnání jednotlivých variant

Stávající kotel na tuhá paliva Viadrus Hercules U26 je z důvodu zateplení až dvojnásobně předimenzován. Kvůli jeho obtížné regulaci bylo nutno navrhnout nové řešení vytápění objektu. První možností, kterou by se tato situace dala řešit, byla instalace akumulční nádrže ke stávajícímu kotli. Pokud bychom toto řešení realizovali, docházelo by ke ztrátám již při předávání energie do akumulční nádrže. Použijeme-li kotel bez akumulční nádrže, tyto ztráty odbouráme.

Zdroj/výkon [kW]	Typ spalování	Palivo	Pořizovací náklady[Kč]	Náklady na roční vytápění[Kč]	Návratnost[let]
VIADRUS HERCULES U 26/22	prohořivací	dřevo		16 955	
ATMOS DC 15E/14,9kW	zplynovací	dřevo	43 024	14 707	19,1
Viadrus Claudie K1L23/3,5-16	kondenzační	plyn	50876	29 253	
Atmos D14P/4-14	zplynovací	pelety	85 365	30 918	

Tab.7 Porovnání výsledků

Vhodnější řešení je zvolit kotel se snadnější regulací v rozmezí výkonu, který potřebujeme. Této podmínce vyhovuje jak kondenzační plynový kotel, tak zplynovací kotel na pelety. Oba dva kotle jsou lehce regulovatelné pomocí hořáků, které se svým výkonem přizpůsobují v závislosti na potřebě uživatele. Třetí zdroj, což je kotel na tuhá paliva o nižším výkonu nežli

stávající, je nutno opět instalovat v kombinaci s akumulací nádrží. Při absenci akumulací nádrže v systému by došlo k mírnému předimenzování zdroje.

Důležitou stránkou věci pro provozovatele objektu je ekonomika. V tomto směru jsou důležité pořizovací náklady a náklady na roční vytápění, popřípadě návratnost jednotlivých investic. Jednoznačně nejnižší náklady, jak pořizovací, tak i na roční vytápění, jsou při použití kotle na tuhá paliva ATMOS DC 15E. Srovnatelná pořizovací cena je u kondenzačního plynového kotle, roční náklady na vytápění jsou však zhruba dvojnásobné. Podobně vysoké roční náklady na vytápění by uživatel dosáhl s kotlem na pelety Atmos D14P, avšak pořizovací náklady tohoto kotle spolu s potřebným příslušenstvím jsou nejvyšší.

## 9 Závěr

Cílem této práce bylo zaměřit se na možné zdroje, které lze v dnešní době použít pro vytápění rodinných domů. V současné době trend vytápění směřuje k ekologickým a finančně co nejméně náročným způsobům.

Nejvíce rozvíjejícími způsoby vytápění jsou v dnešní době ty, které lze nejjednodušší automatizovat. Tyto způsoby jsou komfortní pro uživatele, a proto jsou čím dál více žádané. Nejjednodušší automatizovat lze vytápění peletkami, topnými oleji, plynem. Takto nenáročné vytápění je ale vykoupeno vyššími pořizovacími náklady a současně i ročními náklady na vytápění. V dnešní době už jen málokdy najdeme v nově postaveném domě starší způsoby vytápění. Nové zástavby jsou totiž dimenzovány pro malé zdroje vytápění, minimální ztráty a tudíž i minimální roční náklady na vytápění.

Ve starších zástavbách jsou stále hojně využívány klasické kotle s nižšími účinnostmi, ve kterých lze topit například uhlím, dřevem, briketami. Problém ale nastává při zateplování těchto domků. Kotle jsou totiž dimenzovány na ztráty, které se po zateplení utlumí téměř na minimum. S tímto problémem jsem se potýkal v praktické části mé práce.

Z provedených výpočtů vyplynuly náklady na jednotlivé způsoby vytápění, které pro mne byly zajímavé. Z navrhovaných možností jsou dvě plně automatizované a to vytápění peletkami a plynem. Jako třetí způsob jsem volil pro srovnání úspory vytápění tuhými palivy.

Roční náklady na vytápění jednotlivými zdroji jsem určil na základě současných cen paliv a účinností jednotlivých kotlů.

Nejlevnější způsob vytápění pro modelový dům je kusovým dřevem. V kombinaci se zvoleným zplyňovacím kotlem ATMOS DC 15E roční náklady činí 14 707 Kč, což je o 2248 Kč méně oproti vytápění stávajícím kotlem. Doba návratnosti pořizovacích nákladů, které činí 43 024 Kč, včetně akumulací nádrže je zhruba 19 let.

Roční náklady na vytápění peletami je srovnatelné s vytápěním plynem. Oba dva tyto automatizované procesy jsou dvojnásobně dražší než předcházející způsob vytápění. U těchto způsobů nelze počítat návratnost pořizovacích nákladů, protože roční náklady neklesly.

Z těchto tří variant bych doporučil vytápění plynovým kondenzačním kotlem Viadrus Claudie K1L23, protože kotel je snadno regulovatelný, má dobrou účinnost spalování, není nutná instalace akumulací nádrže do systému. Mezi další důvody bych zařadil vysoký komfort vytápění a to, že postačuje výměna stávajícího nevyužitého plynového kotle.



## 10 Použitá literatura

- [1] Tzbinfo [online]. 2001 [cit. 2011-03-22]. Čím vším se dá topit. Dostupné z WWW: <<http://www.tzb-info.cz/503-cim-vsime-se-da-topit>>.
- [2] Wikipedia [online]. 2011 [cit. 2011-03-22]. Černé uhlí. Dostupné z WWW: <[http://cs.wikipedia.org/wiki/%C4%8Cern%C3%A9\\_uhl%C3%AD](http://cs.wikipedia.org/wiki/%C4%8Cern%C3%A9_uhl%C3%AD)>.
- [3] Mineral informatic institute [online]. 2011 [cit. 2011-03-22]. Minerals photos-coal. Dostupné z WWW :<<http://www.mii.org/Minerals/photocoal.html>>.
- [4] Ložiska energetických surovin [online]. 2006 [cit. 2011-03-22]. Hnědé uhlí. Dostupné z WWW :<<http://www.mii.org/Minerals/photocoal.html>>.
- [5] OKD a.s. [online]. 2010 [cit. 2011-03-22]. Koksovatelné uhlí a koksování. Dostupné z WWW :< <http://www.okd.cz/cz/tezime-uhli/uhli-tradicni-zdroj-ene/koksovatelne-uhli-a-koksovani/>>.
- [6] Tzbinfo [online]. 2010 [cit. 2011-03-22]. Přehled cen uhlí a koksu. Dostupné z WWW :< <http://www.tzb-info.cz/prehled-cen-uhli-a-koksu>>.
- [7] Tzbinfo [online]. 2008 [cit. 2011-03-22]. Topení kusovým dřevem je nejlevnější, ale..?. Dostupné z WWW :< <http://www.tzb-info.cz/4844-topeni-kusovym-drevem-je-nejlevnejsi-ale>>.
- [8] Vladimír Chuchler, Prodej palivového dříví [online]. 2008 [cit. 2011-03-22]. Dub 1. Dostupné z WWW :< <http://www.prodejpalivovehodreva.cz/dub1.jpg>>.
- [9] Esel fuel distributor s.r.o. [online]. 2008 [cit. 2011-03-22]. Dřevěné pelety. Dostupné z WWW: < <http://espedi.esel.cz/stranka.aspx?idstranka=1736&ad=1>>.
- [10] Biomasa s.r.o., Tuhá paliva [online]. 2010 [cit. 2011-03-22]. Paliva obecně. Dostupné z WWW: < <http://www.biomasa-sro.cz/cz/paliva/>>.
- [11] České stavby [online]. 2011 [cit. 2011-03-22]. Kdy a kde levně koupit topivo?. Dostupné z WWW: < <http://www.ceskestavby.cz/clanky/kde-a-kdy-koupit-levne-topivo-19094.html>>.
- [12] Slaměné pelety CZ [online]. 2008 [cit. 2011-03-22]. Slaměné pelety. Dostupné z WWW: < <http://slamenepelety.eu/>>.
- [13] Jilos Horka s.r.o [online]. 2011 [cit. 2011-03-22]. Dřevěné brikety. Dostupné z WWW: < <http://www.jilos.cz/drevene-brikety>>.
- [14] Hestia energetika, encyklopedie vytápění [online]. 2011 [cit. 2011-03-22]. Zdroje tepla pro vytápění. Dostupné z WWW:<<http://hestia.energetika.cz/encyklopedie/6.htm>>.
- [15] ATMOS[online]. 2011 [cit. 2011-03-22]. Podniková literatura firmy ATMOS. Dostupné z WWW:< <http://www.atmos.cz>>.
- [16] VERNER [online]. 2011 [cit. 2011-03-22]. Podniková literatura firmy VERNER. Dostupné z WWW:< <http://www.verner.cz>>.
- [17] Viadrus [online]. 2011 [cit. 2011-03-22]. Podniková literatura firmy VIADRUS. Dostupné z WWW:< <http://www.viadrus.cz>>.
- [18] Biom.cz [online]. 2009 [cit. 2011-03-22]. Zplyňovací kotel na dřevo. Dostupné z WWW:< <http://biom.cz/cz/obrazek/zplynovaci-kotel-na-drevo-hoval-agrolyt>>.
- [19] OPOP [online]. 2011 [cit. 2011-03-22]. Podniková literatura firmy OPOP. Dostupné z WWW:< <http://www.opop.cz>>.
- [20] České stavby.cz [online]. 2008 [cit. 2011-03-22]. Přehled typů krbového vytápění. Dostupné z WWW: : < <http://www.ceskestavby.cz/clanky/krby-krbove-vlozky-5188.html>>.
- [21] JV-Vodník [online]. 2008 [cit. 2011-03-22]. Prodej krbových vložek. Dostupné z WWW: : < <http://www.jv-krby.cz/krbove-vlozky/krbove-vlozky-uniflam/krbova-vlozka-uniflam-700---s-klapkou-vloz-unif-7-33995.htm>>.

- [22] Tzbinfo [online]. 2010 [cit. 2011-03-22]. Vytápění rodinných domů topným olejem I. Dostupné WWW :< <http://vytapani.tzb-info.cz/zdroje-tepla/6831-vytapani-rodinnych-domu-topnym-olejem-i>>.
- [23] Thermoil [online]. 2011 [cit. 2011-03-22]. Podniková literatura firmy THERMOIL. Dostupné WWW :< <http://www.lto.cz> >.
- [24] Útulný dům [online]. 2010 [cit. 2011-03-22]. Což takhle topit olejem?. Dostupné WWW :< <http://www.utulnydum.cz/clanek/Coz-takhle-topit-olejem>>.
- [25] Kingspan [online]. 2011 [cit. 2011-03-22]. Podniková literatura firmy Kingspan. Dostupné WWW :< <http://environmental.kingspan.cz/>>.
- [26] Bydlení, Net magazines [online]. 2011 [cit. 2011-03-22]. Maximální využití kotle=kondenzační kotle Buderus. Dostupné WWW:<[http://www.nm-bydleni.cz/vyrobky-clanek.php?id\\_clanky=14](http://www.nm-bydleni.cz/vyrobky-clanek.php?id_clanky=14)>.
- [27] Bentone, Miroslav Dobrovský [online]. 2011 [cit. 2011-03-22]. Podniková literatura firmy BENTONE. Dostupné z WWW: < <http://www.bentone-dobrovsky.cz/data/ofirme.html> >.
- [28] Kamnářství Koutecký [online]. 2011 [cit. 2011-03-22]. Podniková literatura firmy KOUTECKÝ. Dostupné WWW: < <http://www.3xk.cz/nove-kominy/absolut/>>.
- [29] Wikipedie [online]. 2011 [cit. 2011-03-22]. Zemní plyn. Dostupné z WWW: < [http://cs.wikipedia.org/wiki/Zemn%C3%AD\\_plyn](http://cs.wikipedia.org/wiki/Zemn%C3%AD_plyn)>.
- [29] Wikipedie [online]. 2011 [cit. 2011-03-22]. Bioplyn. Dostupné z WWW:< <http://cs.wikipedia.org/wiki/Bioplyn>>.
- [30] FLAGA [online]. 2011 [cit. 2011-03-22]. Podniková literatura firmy KOUTECKÝ. Dostupné WWW:<<http://www.flaga.cz/cs/produkty-a-sluzby/zkapalneny-plyn-propan-propan-butan>>.
- [31] estav.cz [online]. 2009 [cit. 2011-03-22]. Zemní plyn: nebezpečná hra s ohněm. Dostupné z WWW:<<http://www.estav.cz/zpravy/nove/zemni-plyn-zdroje-energetika.html>>.
- [32] lidovky.cz, Zpravodajský server lidových novin [online]. 2007 [cit. 2011-03-22]. Cukrovary neskončí, budou vyrábět bioplyn. Dostupné z WWW: <[http://byznys.lidovky.cz/cukrovary-neskonci-budou-vyrabet-bioplyn-fi3-moje-penize.asp?c=A070213\\_151056\\_ln\\_ekonomika\\_hlm](http://byznys.lidovky.cz/cukrovary-neskonci-budou-vyrabet-bioplyn-fi3-moje-penize.asp?c=A070213_151056_ln_ekonomika_hlm)>.
- [33] Wikipedie [online]. 2011 [cit. 2011-03-22]. Svítiplyn. Dostupné z WWW: < <http://cs.wikipedia.org/wiki/Sv%C3%ADtiplyn>>.
- [34] 4stav.cz [online]. 2009 [cit. 2011-03-22]. Plynový kotel Tiger s vestavěným mikroprocesorem. Dostupné WWW: <[http://www.4stav.cz/plynovy-kotel-tiger-s-vestavenymikroprocesorem\\_4c3056](http://www.4stav.cz/plynovy-kotel-tiger-s-vestavenymikroprocesorem_4c3056)>.
- [35] ekotle.cz [online]. 2011 [cit. 2011-03-22]. Prodejní katalog plynových kotlů. Dostupné WWW:< <http://www.ekotle.eu/ekotle/eshop/3-1-Stationarni-kotle/17-2-Plynove/5/1959-Kotel-Vaillant-VK-314-8-E-atmoVIT-exclusiv-31-7KW>>.
- [36] Blažek, J., Rábl, V. : Základy využití a zpracování ropy , 2. vydání Vysoká škola chemicko- technologická Praha, 2006. ISBN 80-7080-619-2.
- [37] Stavebnictví a interiér [online]. 2007 [cit. 2011-03-22]. Ekonomické a ekologické kotle s moderním designem . Dostupné z WWW: <<http://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/ekonomicke-a-ekologicke-kotle-s-modernim-designem/>>.
- [38] KARMA, Český brod a.s [online]. 2011 [cit. 2011-03-22]. Podniková literatura firmy KARMA. Dostupné z WWW:<[www.karma.cz](http://www.karma.cz)>.
- [39] KOTRBATÝ , Vytápění-vzduchotechnika-regulace. 2011 [cit. 2011-03-22]. Podniková literatura firmy KOTRBATÝ
- [40] Tzbinfo [online], 2011 [cit. 2011-03-22]. Solární vytápění . Dostupné z WWW:

- <<http://energie.tzb-info.cz/solarni-kolektory/solarni-vytapeni>>
- [41] Energetický poradce PRE [online], 2011 [cit. 2011-03-22]. Kalkulačka tepelných ztrát . Dostupné z WWW:  
< <http://www.energetickyporadce.cz/kalkulacky-energie/tepelne-ztraty/kalkulacka-tepelnych-ztrat.html>>
- [42] Tzbinfo [online], 2010 [cit. 2011-03-22].Potřeba tepla pro vytápění a ohřev TUV . Dostupné z WWW:< <http://vytapeni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/47-potreba-tepla-pro-vytapeni-a-ohrev-teple-vody>>
- [43] Tzbinfo [online], 2010 [cit. 2011-03-22].Výhřevnosti a měrné jednotky palivového dřeva. Dostupné z WWW:< <http://vytapeni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/12-vyhrevnosti-a-merne-jednotky-palivoveho-dreva>>
- [44] Fötterův rybník [online], 2011 [cit. 2011-03-22].Ceník palivového dřeva. Dostupné z WWW<<http://www.fotteruvrybnik.cz/kontakt.php>>
- [45] Tzbinfo [online], 2010 [cit. 2011-03-22].Přehled cen plynu . Dostupné z WWW:  
<<http://www.tzb-info.cz/6981-ceny-zemniho-plynu-platne-od-1-1-2010-do-31-12-2010>>
- [46] Dům a zahrada [online], 2008 [cit. 2011-03-22].Peletky: Palivo pro budoucnost. Dostupné z WWW:< <http://www.dumazahrada.cz/dum-stavba/stavba-rekonstrukce/peletky-palivo-pro-budoucnost-18967.aspx>>
- [47] Ostax a.s [online], 2011 [cit. 2011-03-22].Ceník Peletek. Dostupné z WWW<<http://www.ostax.cz/kontakt.php>>
- [48] Aquastore [online], 2011 [cit. 2011-03-22]. Akumulační nádrže Dražice. Dostupné z WWW <<http://eshop.aquastore.cz/kotle/prislusenstvi/ostatni-prislusenstvi-ke-kotlum-na-tuha-paliva/akumulacni-nadrz-drazice-dz-pro-kotle-atmos/3>>.

## 11 Seznam použitých zkratk a symbolů

<b>Značka</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Popis</b>
TTO		Těžký topný olej
LTO		Lehký topný olej
ELTO		Extra lehký topný olej
pm		Plný metr ložený
Q <sub>C</sub>	[GJ/rok]	Celková energie na vytápění potřebná na rok
Q <sub>D</sub>	[GJ/rok]	Celková energie dodaná spalováním dubového dřeva za rok
Q <sub>S</sub>	[GJ/rok]	Celková energie dodaná spalováním smrkového dřeva za rok
N <sub>SMRK</sub>	[Kč]	Náklady na vytápění Smrkovým dřevem na rok
N <sub>DUB</sub>	[Kč]	Náklady na vytápění Dubovým dřevem na rok
Q <sub>SMRK</sub>	[MJ/pm]	Výhřevnost Smrkového dřeva při vlhkosti 25%
Q <sub>DUB</sub>	[MJ/pm]	Výhřevnost Dubového dřeva při vlhkosti 25%
η <sub>P</sub>	[-]	Původní účinnost spalování
C <sub>SMRK</sub>	[Kč/pm]	Cena za plný metr Smrkového dřeva
C <sub>DUB</sub>	[Kč/pm]	Cena za plný metr Dubového dřeva
N <sub>CP</sub>	[Kč]	Celkové původní náklady na vytápění na rok
P <sub>N</sub>	[Kč]	Pořizovací náklady kotle a akumulární nádrže
η <sub>KT</sub>	[-]	Účinnost zplyňovacího kotle na dřevo
N <sub>CP</sub>	[Kč]	Roční náklady na vytápění zplyňovacím kotlem za rok
U <sub>N</sub>	[Kč]	Ušetřené roční náklady při vytápění kotlem Atmos
N <sub>IKT</sub>	[rok]	Návratnost investice při pořízení kotle Atmos
N <sub>PLYN</sub>	[Kč]	Roční náklady na vytápění plynem
Q <sub>CMWH</sub>	[MWh/rok]	Celková energie na vytápění potřebná na rok
η <sub>PK</sub>	[-]	Účinnost plynového kondenzačního kotle
C <sub>PLYN</sub>	[Kč/MWh]	Cena za plyn
N <sub>PEL</sub>	[Kč]	Roční náklady na vytápění peletkami
η <sub>PEL</sub>	[-]	Účinnost zplyňovacího kotle na peletky
Q <sub>PEL</sub>	[MJ/kg]	Výhřevnost peletek
C <sub>PEL</sub>	[Kč/tuna]	Cena peletek

## 12 Seznam obrázků

Obr.1	Černé uhlí [3]	14
Obr.2	Hnědé uhlí [4]	14
Obr.3	Uhelný koks [5]	15
Obr.4	Palivové dřevo [8]	16
Obr.5	Dřevěné pelety [10]	16
Obr.6	Tmavé dřevní pelety s příměsí kůry [11]	16
Obr.7	Dřevěné brikety [13]	17
Obr.8	Prohořivací kotle ATMOS [15]	18
Obr.9	Schéma zapojení kotle na dřevo s ak. nádrží do topného systému [16]	18
Obr.10	Kotel na uhlí VIADRUS HERCULES U26 [17]	19
Obr.11	Zplyňovací kotle na uhlí a dřevo Atmos [15]	19
Obr.12	Schéma topeniště teplovodního automatického Hoval Argolyt [18]	20
Obr.13	Schéma spalování kotle Benekov lng 25 [14]	20
Obr.14	Schéma automatického kotle na pelety s příslušenstvím [15]	21
Obr.15	Hořák na bílé pelety Atmos ERATO GP 20 (4,5-25kW)[15]	21
Obr.16	Hořák na bílé pelety Atmos A50 (10-48kW)[15]	21
Obr.17	Řez kotlem Atmos D15 P [15]	22
Obr.18	Krbová vložka Uniflam [21]	23
Obr.19	Topný olej [24]	23
Obr.20	Nádrž na topný olej [25]	24
Obr.21	Zásobovací vůz na LTO společnosti Thermoil [24]	24
Obr.22	Nízkoteplotní kotel Bentone CTC 950 [27]	25
Obr.23	Kotel Logamax plus GB162-25 T40S [26]	25
Obr.24	Schéma odvodu spalin kotle [28]	26
Obr.25	Těžba zemního plynu v Rusku [31]	26
Obr.26	Bioplynová stanice[32]	27
Obr.27	Zásobníky zkapalněného plynu [30]	27
Obr.28	Závěsná plynový kotel PROTHERM TIGER [34]	28
Obr.29	Stacionární plynový kotel [35]	28
Obr.30	Schéma stacionárního kotle VIADRUS G32BM [14]	29
Obr.31	Schéma plynového kondenzačního kotle DAKON KZ [37]	30
Obr.32	KARMA elegance 67F [38]	30
Obr.33	KARMA Beta 3 Mechanic [38]	30
Obr.34	KARMA Gama F-5 [38]	30
Obr.35	Světlý infračervený plynový zářič KOTRBATÝ MK [39]	31
Obr.36	Tmavý infračervený zářič typu KM [39]	31
Obr.37	Schéma tepelného čerpadla s kompresorem [14]	32
Obr.38	TČ voda-voda [14]	33
Obr.39	Modelový dům	34
Obr.40	Stávající kotel Viadrus	35
Obr.41	Plynový kotel Dakon	35
Obr.42	Výpočet dodaného tepla za rok [42]	36

## 13 Seznam tabulek

Tab. 1 Srovnání uhelných paliv [6].....	15
Tab. 2 Srovnání obsahu vody a výhřevnosti v závislosti na době skladování dřeva. [7].....	16
Tab. 3 Srovnání kotlů na tuhá paliva [15],[17].....	22
Tab. 4 Srovnání topných olejů [36].....	23
Tab. 5 Tabulka ztrát objektu .....	35
Tab. 6 Tabulka výhřevností dřeva [43].....	37
Tab. 7 Porovnání výsledků.....	39